



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
CURSO DE AGRONOMIA**

**AVALIAÇÃO DE PERDAS NO PROCESSO DE BENEFICIAMENTO
DE MILHO PARA SEMENTE**

RENATA AUGUSTO VIEIRA

**Brasília – DF
Fevereiro/2013**



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
CURSO DE AGRONOMIA**

**AVALIAÇÃO DE PERDAS NO PROCESSO DE BENEFICIAMENTO
DE MILHO PARA SEMENTE**

RENATA AUGUSTO VIEIRA

Trabalho final de Estágio Supervisionado apresentado
ao curso de Graduação em Agronomia da Universidade
de Brasília para a obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Agrônômica.

ORIENTADOR: Prof. Francisco Faggion

**Brasília – DF
Fevereiro/2013**

FICHA CATALOGRÁFICA

Vieira, Renata Augusto.

“AVALIAÇÃO DE PERDAS NO PROCESSO DE
BENEFICIAMENTO DE MILHO PARA SEMENTE” Orientação:
Francisco Faggion, Brasília, 2013. 46 Páginas

Monografia de Graduação (G) - Universidade de Brasília / Faculdade
de Agronomia e Medicina Veterinária, 2013.

1. Beneficiamento de sementes 2. Perdas 3. Milho

**AVALIAÇÃO DE PERDAS NO PROCESSO DE BENEFICIAMENTO
DE MILHO PARA SEMENTE**

RENATA AUGUSTO VIEIRA

TRABALHO FINAL DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO APRESENTADO AO CURSO DE
GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA PARA A OBTENÇÃO
DO TÍTULO DE BACHAREL EM ENGENHARIA AGRÔNOMICA

APROVADO PELA COMISSÃO EXAMINADORA EM ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

FRANCISCO FAGGION, Dr. Universidade de Brasília
Prof. da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – UnB
(ORIENTADOR) Email: faggion@unb.br

SAMUEL MARTIN, Dr. Universidade de Brasília
Prof. da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – UnB
(EXAMINADOR) Email: samuelmartin@unb.br

DIEGO FIGUEIREDO MELARA, Eng. Agrônomo
(EXAMINADOR) Email: melaradiego@hotmail.com

**Brasília - DF
Fevereiro, 2013**

“Agradeço todas as dificuldades que enfrentei; não fosse por elas, eu não teria saído do lugar. As facilidades nos impedem de caminhar. Mesmo as críticas nos auxiliam muito”.

(Chico Xavier)

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Bernar e Marilene, pelo carinho, preocupação, confiança e apoio em todas as minhas escolhas não somente nos cinco anos da graduação, bem como nos 22 anos de vida.

À minha irmã, Julia, minha eterna bebezinha, pelo companheirismo e pelos momentos de alegria.

Ao meu orientador e professor, Francisco Faggion, que sempre esteve ao meu lado, pela ajuda, pelos conselhos e pelos conhecimentos transmitidos.

À empresa Monsanto do Brasil, especialmente aos funcionários do site de Santa Helena de Goiás, pelo carinho, dedicação e contribuição.

Aos professores da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária por contribuírem, cada um ao seu modo, para o meu crescimento acadêmico e pessoal.

Ao eterno amigo, Caio, que de maneira especial e paciente me deu força e coragem, me apoiando e ajudando nos momentos de dificuldade.

Aos amigos e companheiros de curso, pelos melhores anos da minha vida, Angela, Baron, Caverna, Chorão, Dig, Everest, Franklin, Gabi, Gaiato, Joãozinho, Juju, Kati, Líbian, Luquete, Manu, Mara, Melara, Nobu, Pedrão, Pelé, Renan, Sambista, Sheik, Tio-Tio e Vesgo.

RESUMO

O beneficiamento de sementes de milho consistiu-se em uma fase essencial na produção de sementes de alta qualidade, isto porque as mesmas precisam ser beneficiadas e manipuladas de forma adequada para garantir a padronização do material. A qualidade final das sementes depende dos cuidados mantidos durante o beneficiamento, visando minimizar as injúrias e as perdas que ocorrem. Com o presente trabalho objetivou-se estudar o efeito das operações de beneficiamento nas perdas de sementes de milho. O trabalho foi conduzido em uma Usina de Beneficiamento de Sementes de uma multinacional em Santa Helena de Goiás (GO). Foram avaliados materiais que passaram por todo o processo de beneficiamento, desde o recebimento de milho em espiga até o ensaque para comercialização. As maiores perdas foram encontradas no transportador dos silos e nos elevadores da torre de classificação. As melhorias realizadas reduziram as perdas em mais de 90%.

PALAVRAS-CHAVE: Beneficiamento de sementes, Perdas, Milho.

ABSTRACT

The processing of seeds consisted an essential phase in the production of high quality seeds, inasmuch as the same ones need to be benefited and manipulated appropriately to ensure the standardization of the material. The final quality of the seeds depends on the cares kept during the improvement, aiming at to minimize the injuries and the losses that occur during the processing. With the present work it was objectified to study the effect of the operations of processing in the losses of maize seeds. The study was performed in Santa Helena de Goiás (GO), at a unit of seed processing of a multinacional. Had been evaluated material that they have gone through all the improvement process, since the receiving of maize in cob until the bagging for commercialization. The biggest losses had been in the transporter of the silos and the elevators of the classification tower. The improvements reduced the loss over 90%.

KEYWORDS: Seed processing, losses, Maize.

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – Ranking de produção mundial de milho em 2011.....	18
GRÁFICO 2 – Evolução da produção de milho no Brasil na primeira safra e total, 1989 a 2010....	19

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Carreta acoplada ao eixo rotatório após descarga de milho em espiga.....	21
FIGURA 2 – Despalhadeira em funcionamento.....	22
FIGURA 3 – Câmara de secagem ao final do processo.....	23
FIGURA 4 – Máquina de debulha.....	24
FIGURA 5 – Silos de armazenagem temporária.....	25
FIGURA 6 – Sementes de milho tratadas.....	26
FIGURA 7 – Peneira de crivo circular.....	27
FIGURA 8 – Peneira de crivo retangular.....	28
FIGURA 9 – Alvéolos do Trieur.....	29
FIGURA 10 – Fluxograma do processamento de milho na UBS (transportador 4-101 e elevadores M4-329 e M4-330)......	34
FIGURA 11 - Perda de sementes no transportador 4-101 pré-melhoria.....	37
FIGURA 12- Perda de sementes no elevador M4-329 pré-melhoria.....	38
FIGURA 13 - Perda de sementes no elevador M4-330 pré-melhoria.....	39
FIGURA 14 – Manutenção sendo realizada na esteira do transportador 101.....	40
FIGURA 15 – Manutenção realizada no transportador que abastece o elevador M4-329.....	41
FIGURA 16 – Manutenção realizada nas correias do elevador M4-330.....	41

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Variação da produtividade para as culturas de maior expressão econômica	20
TABELA 2 – Secadores.....	32
TABELA 3 – Sequência de peneiras utilizadas na debulha.....	33
TABELA 4 – Relação entre as perdas e as máquinas.....	36
TABELA 5 – Perdas nos equipamentos estudados após a realização das manutenções.....	42

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 OBJETIVOS.....	15
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	31
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
6 CONCLUSÕES.....	40
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	41
ANEXO.....	43

1 INTRODUÇÃO

No cenário da produção nacional de milho, não obstante a disponibilidade de diversas cultivares com alto potencial genético voltado para a produtividade, ainda existem pontos de estrangulamento no processo de beneficiamento de sementes com alto padrão de qualidade. Isto se deve, principalmente, em razão da ocorrência de danos mecânicos e perda de material, apontados como uns dos maiores problemas que ocorrem no processo de produção de sementes.

O milho sempre representou a principal cultura da agricultura brasileira, não somente no aspecto quantitativo, mas, principalmente, na sua importância estratégica por ser a base da alimentação animal e humana; sendo uma das mais importantes do mundo. A média de produtividade no Brasil só agora se aproxima das 4,8 toneladas por hectare, enquanto a China alcançava cifras próximas de cinco toneladas e os Estados Unidos ultrapassavam a marca de sete toneladas ainda no ano de 2001. Ou seja, percebe-se que existe espaço para crescimento (PREVIERO, 2001).

No processo de beneficiamento, a qualidade final depende das operações para remover impurezas, sementes de baixa qualidade, classificar adequadamente e evitar misturas com outras sementes. Por isso, particularmente, o beneficiamento de sementes de milho é altamente diferenciado se comparado com o de outras culturas.

A escolha de uma ou mais máquinas para o beneficiamento de um lote de semente, depende do tipo, da natureza e quantidade de impurezas e das características desejáveis no material beneficiado. Geralmente, para sementes de milho, são utilizados equipamentos de pré-limpeza, limpeza, mesa de gravidade e classificação, constituindo uma etapa importante para aprimorar a qualidade em termos de germinação, vigor e sanidade. Após a colheita, as espigas são despalhadas, secas e submetidas à debulha para, só então, passarem pelos processos de pré-limpeza, classificação e tratamento devido à grande variação de tamanho, forma, peso e qualidade das sementes na própria espiga (SILVA, PARIZZI & SOBRINHO, 2000; FESSEL et al., 2003).

Além de todo o processo de produção de sementes de milho, após determinadas etapas, as sementes devem passar pela avaliação laboratorial. Assim, é possível identificar as etapas do beneficiamento que geram maiores problemas que afetam os indicadores mensurados pelo laboratório, como percentual de germinação, vigor, desenvolvimento de raízes, entre outros.. A avaliação da qualidade das sementes é um dos principais aspectos no processo de produção. É trabalhoso e de elevado custo, pois as sementes disponibilizadas para os agricultores devem

possuir um nível de qualidade garantida pela legislação, maior que 80% de germinação. Entretanto, como a concorrência entre as empresas produtoras é elevada, onde cada uma possui o objetivo de comercializar uma maior quantidade de sementes, elas trabalham em prol da melhoria constante de qualidade dos produtos disponibilizados no comércio, aumentando o percentual mínimo de germinação de acordo com a realidade de cada uma.

Em função desses fatores, é necessário buscar informações acerca do efeito do beneficiamento na perda de material, visando correlacionar os tipos de máquinas e processos com o percentual de sementes desperdiçadas.

2 OBJETIVOS

Objetivo geral

Avaliar as perdas quantitativas de sementes durante o processamento em pós-colheita de milho em uma unidade de beneficiamento.

Objetivos específicos

Identificar os pontos onde ocorrem perdas no processo de beneficiamento de sementes de milho;

Quantificar o fluxo e as perdas de sementes nos pontos identificados;

Propor melhorias para minimizar as perdas;

Avaliar a eficácia das melhorias realizadas.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A cultura do milho

O único método seguro de afirmar o aparecimento exato de uma planta cultivada seria por meio de vestígios arqueológicos. Entretanto, a domesticação das plantas teve início muito antes de qualquer tipo de documentação histórica que pudesse evidenciar com clareza absoluta a data exata da descoberta das espécies. O que se sabe atualmente é que entre 3000 a.C. e 2500 a.C. já existiam exemplares de milho no nordeste do México e no Novo México (EUA). Aproximadamente em 900 d.C., o milho apareceu na costa do Peru em versões distintas, o que não é de se espantar, visto que ele teve que percorrer a América do Sul de leste a oeste e transpor a Cordilheira dos Andes (BRIEGER et al., 1958; ZARILLO et al., 2008).

O milho pertence à família Gramineae/Poaceae e gênero *Zea*. A característica de planta monoica e a sua morfologia singular decorrem da supressão, condensação e multiplicação de várias partes da anatomia básica das gramíneas (MAGALHÃES, 2002). Possui de 5 a 48 folhas, que estão dispostas alternadamente, inseridas nos nós e amparadas no colmo ao longo de suas bainhas. O limbo foliar pode variar de muito longo e estreito a curto e largo; e ter posição quase horizontal ou vertical em relação ao colmo, variando de acordo com a estrutura da lígula. O colmo do milho pode medir aproximadamente 2 m, sendo que sua altura final e o diâmetro são diretamente afetados pela variedade do híbrido, disponibilidade de água e nutrientes, temperatura e quantidade de luz. O colmo, além de suportar as folhas e partes florais, serve também como órgão de reserva acumulando sacarose. São encontradas três tipos de raízes nos milhos, primárias e seminais, que se desenvolvem dos primórdios do embrião e fixam a plântula durante duas a três semanas; adventícias, que partindo dos primeiros nós do colmo orientam-se no sentido de atingir o solo. Essas quando chegam a alcançar o solo, se ramificam intensamente contribuindo por melhor fixação da planta; e de suporte, que surgem acima da superfície do solo. O sistema radicular está associado ao crescimento da parte aérea e o valor dessa relação varia com os fatores ambientais e também nas várias fases do crescimento da planta. O milho possui as inflorescências masculina e feminina separadas. As flores masculinas estão localizadas em uma panícula terminal disposta ao longo do ramo principal, conhecida pelo nome de flecha ou pendão, e as femininas em espigas axilares. Segundo Paes (2006), o grão de milho é o fruto de uma semente ou cariopse composto por pericarpo; endosperma, constituído principalmente de amido; e embrião. O desenvolvimento do grão se completa cerca de 50 a 55 dias após a fertilização, podendo variar

entre cultivares e devido a fatores ambientais. A relação fonte-dreno da planta pode determinar a duração desse período, ou seja, a quantidade de fotoassimilados disponíveis (fonte) e a capacidade da espiga (dreno) em acomodar esses fotoassimilados.

Para Magalhães & Durães (2006), no cultivo de milho, o ideal são regiões cuja precipitação varie de 300 a 5.000 mm anuais, embora a quantidade de água consumida por uma lavoura de milho durante o seu ciclo seja em torno de 600 mm. A restrição hídrica provoca alguns mecanismos fisiológicos que podem interferir, dependendo do grau de estresse, na produção final. Kramer & Boyer (1995) alegam que déficits hídricos mais severos podem também afetar o processo de divisão celular.

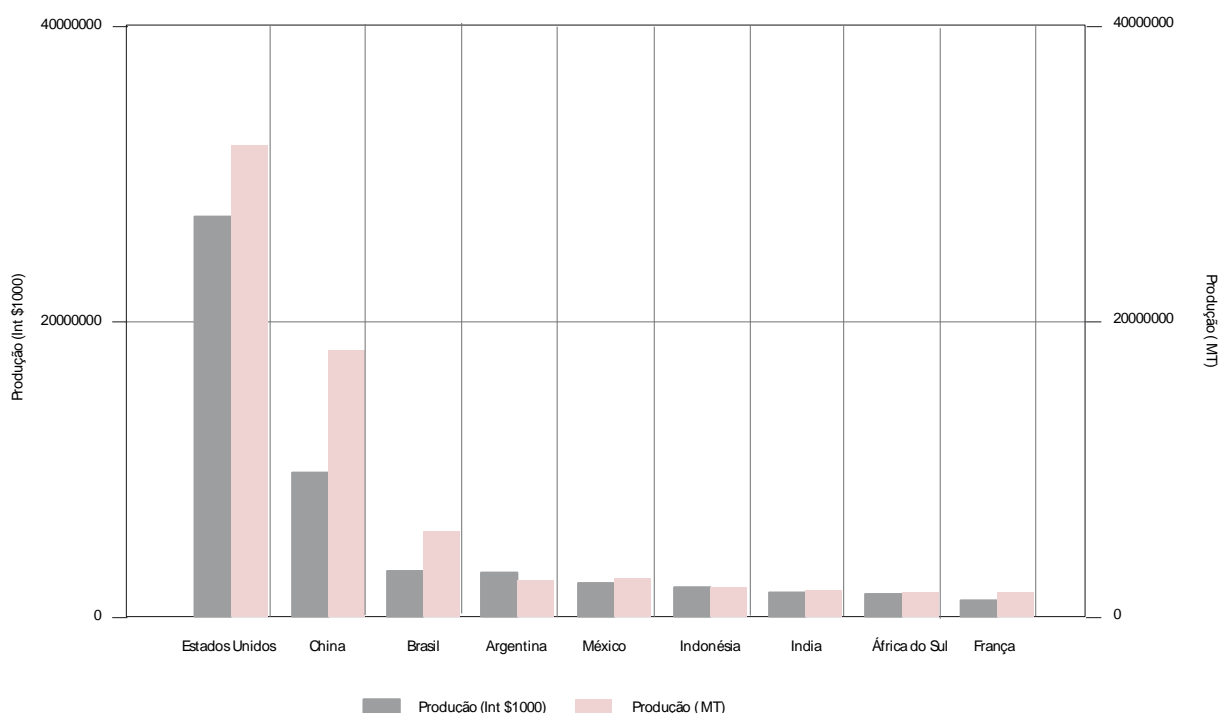
A respeito das características físicas do solo, aqueles de textura média, com teores de argila em torno de 30-35%, ou mesmo argilosos, com boa estrutura, que possibilitam drenagem adequada, apresentam boa capacidade de retenção de água e de nutrientes disponíveis às plantas, são os mais recomendados para a cultura do milho. Para que a planta desenvolva todo seu potencial é desejável que o solo seja profundo – mais de 1 m –, pois solos rasos, além de dificultarem o desenvolvimento das raízes, possuem menor capacidade de armazenamento de água, além de estarem sujeitos a um desgaste mais rápido, devido à pouca espessura do perfil. Para controlar a erosão e as facilitar a mecanização, deve-se dar preferência às regiões de topografia plana e suave, com declives até 12% (SANS & SANTANA, 2006).

Importância econômica

A importância econômica do milho é definida por meio de suas diversas possibilidades de utilização, não se restringindo ao fato de ser produzido em grande volume e sobre imensa área cultivada, mas, também, pelo papel socioeconômico que representa desde a alimentação animal até a indústria de alta tecnologia. Na realidade, o uso do milho em grão como alimentação animal representa a maior parte do consumo desse cereal, isto é, cerca de 70% no mundo. Ademais, constitui matéria-prima básica para uma série enorme de produtos industrializados, criando e movimentando grandes complexos industriais (DUARTE, GARCIA & MIRANDA, 2011).

Atualmente, dentre os cereais cultivados no mundo, o milho ocupa o terceiro lugar, sendo superado apenas pelo trigo e pelo arroz. O Brasil é o terceiro maior produtor, perdendo apenas para os Estados Unidos e a China, conforme o ranking de produção mundial – Gráfico 1.

GRÁFICO 1 – Ranking de produção mundial de milho em 2011.

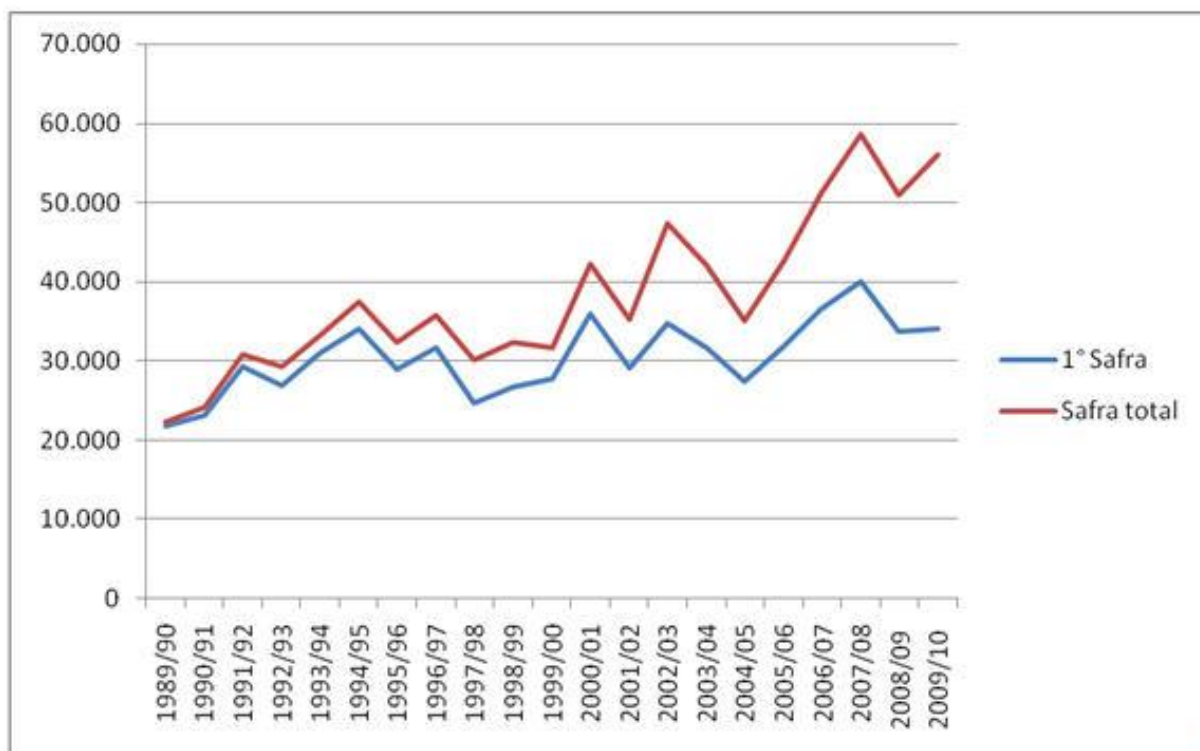


Fonte: Adaptação de FAO.

Relacionando o consumo humano ao consumo animal, além do crescimento do uso de milho em processos industriais, pode-se observar o aumento de sua importância no contexto da produção de cereais a nível mundial. Sendo assim, o milho passou a ser o cereal mais produzido no mundo (DUARTE, s.d.).

No Gráfico 2, pode-se observar a evolução da produção de milho no Brasil a partir da safra 1989-1990. Nota-se que no início dos anos noventa passou a existir uma diferença entre o total produzido na primeira safra e o total produzido em cada ano no Brasil. Esta diferença é a quantidade produzida na segunda safra – milho safrinha, ou seja, milho de sequeiro cultivado extemporaneamente – e como pode ser visto no gráfico, tem crescido sistematicamente desde que se começou a ter estatísticas sobre esta forma/época de cultivo de milho (DUARTE, GARCIA & MIRANDA, 2011).

GRÁFICO 2 – Evolução da produção de milho no Brasil na primeira safra e total, 1989 a 2010



Fonte: CONAB (2012).

Segundo Peske & Levien (2005), a demanda de produção de sementes no Brasil tem mostrado ascendência, com maior destaque para as principais culturas de importância comercial, devido à implementação tecnológica, não excluindo outros fatores, como o desenvolvimento de novos híbridos, maior tecnificação do produtor, entre outros – conforme apresentado na Tabela 1.

TABELA 1 – Variação da produtividade para as culturas de maior expressão econômica

PRODUTIVIDADE (Tonelada)				
Produto	1991 a 1993	2002 a 2004	Variação (%)	Ganho anual médio (%)
Algodão	987,7	2933,3	197	14,7
Arroz	2269,8	3371,3	48,5	3,46
Feijão	524,3	714	36,2	2,58
Milho	2111,3	3246,7	53,8	3,84
Soja	1919	2575,3	34,2	2,44
Sorgo	1706,2	2063,7	21	1,50
Trigo	1351,7	2007,3	48,5	3,46

Fonte: Adaptado de Peske & Levien (2005).

Beneficiamento de sementes

O conceito de beneficiamento pode ser determinado como um conjunto de operações voltadas para melhorar as características físicas de um lote de sementes (CARVALHO & NAKAGAWA, 1979; PESKE, 1986; VAUGHAN, GREGG & DELOUCHE, 1980).

Previero (2001), em sua definição mais ampla, caracteriza o beneficiamento como todas as etapas de preparação da semente para comercialização realizadas após a colheita, tais como, debulha, secagem, limpeza, classificação, tratamento e embalagem, nas quais são utilizadas máquinas cujo princípio de operação baseia-se em uma ou mais características físicas. Destaca, também, que a produção, o beneficiamento e a comercialização de sementes são processos inerentes à venda e ao consumo de alimentos. Têm estimulado a agricultura, tornando-se uma das principais maneiras de agregação de valor aos insumos, pois já são vistos como uma inovação tecnológica deflagrada pela sua valorização qualitativa unitária.

As espigas recém-colhidas apresentam materiais indesejáveis – palha, espigas ardidas, tigueras, plantas daninhas, colmo etc. – que devem ser removidos, garantindo alta qualidade ao produto final, além de melhorar o desempenho operacional das máquinas e equipamentos da Usina de Beneficiamento de Sementes (UBS); facilitando o plantio e evitando a contaminação de outras áreas (TILLMAN, 2006; WELCH, 1973).

I Etapas do beneficiamento

- Descarga de material/Recepção

As espigas, provenientes dos campos cooperantes chegam empalhadas e em carretas. É estipulado um tempo máximo entre a colheita e a descarga do material no

setor de recebimento, que varia de acordo com o híbrido e com as características da colheita. De forma geral, o material colhido deve chegar abaixo dos 35% de umidade e o tempo máximo de transporte entre o campo cooperante e a usina não deve ultrapassar 24 horas. A Figura 1 ilustra a carreta acoplada ao final da descarga das espigas.

FIGURA 1 – Carreta acoplada ao eixo rotatório após descarga de milho em espiga



- Despalha

As espigas passam pelas despalhadeiras mecânicas (Figura 2) e pela mesa de seleção, onde funcionários fazem a separação das espigas padrão e do descarte.

FIGURA 2 – Despalhadeira em funcionamento



- Secagem

As sementes recém-colhidas do campo apresentam um teor de umidade elevado e inadequado para as serem armazenadas com segurança, necessitando, portanto, serem secas. A alta concentração de água afeta a qualidade da semente não só no período de armazenamento, mas também durante as operações de beneficiamento; dificultando, muitas vezes, o manejo e eficiência das máquinas utilizadas nos processos. A secagem apresenta-se, dessa forma, como exigência para garantir a qualidade da semente (PREVIERO, 2001). Na Figura 3, as portas da câmara estão abertas pois o processo de secagem já foi finalizado.

FIGURA 3 – Câmara de secagem ao final do processo



- Debulha e Pré-Limpeza

Finalizada a etapa de secagem (de 72 a 90 horas após o enchimento das câmaras), as espigas secas (12,5% de umidade) seguem para a debulha mecânica (Figura 4), na qual o atrito entre as próprias espigas promove a debulha dos grãos. Estes já debulhados, então, passam pela pré-limpeza da debulha em um jogo de peneiras que visa separar o material em três grupos: impurezas maiores que os grãos, os grãos e, por último, impurezas menores que os grãos.

FIGURA 4 – Máquina de debulha



- Armazenagem temporária

Armazenamento temporário das sementes que aguardam classificação e tratamento. Na Figura 5, os silos são o local onde as sementes ficam armazenadas aguardando classificação e tratamento.

FIGURA 5 – Silos de armazenagem temporária



- Limpeza e Classificação

As sementes permanecem nos silos por um determinado tempo até que se inicie a etapa de classificação do material na Torre de Classificação. Nessa segunda fase, o material entra na forma de semente debulhado com umidade não superior a 12,5% e sai ensacado em sacos de 60 mil sementes. Assim que a massa de sementes chega à torre, é feita a pré-limpeza da torre, na qual as sementes agora mais secas passam pelo mesmo jogo de peneiras da pré-limpeza da debulha. Assim podem ser retiradas impurezas que não saíram na primeira limpeza. A classificação consiste em separar as sementes de acordo com os intervalos de tamanho – largura, comprimento, espessura, nomeando cada tamanho à sua respectiva peneira, para atender aos padrões de classificação.

- Tratamento e Ensaque

As sementes recebem tratamento a base de fungicidas e inseticidas e saem ensacadas em sacos de 60 mil sementes. A Figura 6 ilustra sementes tratadas com inseticida e polímero.

FIGURA 6 – Sementes de milho tratadas

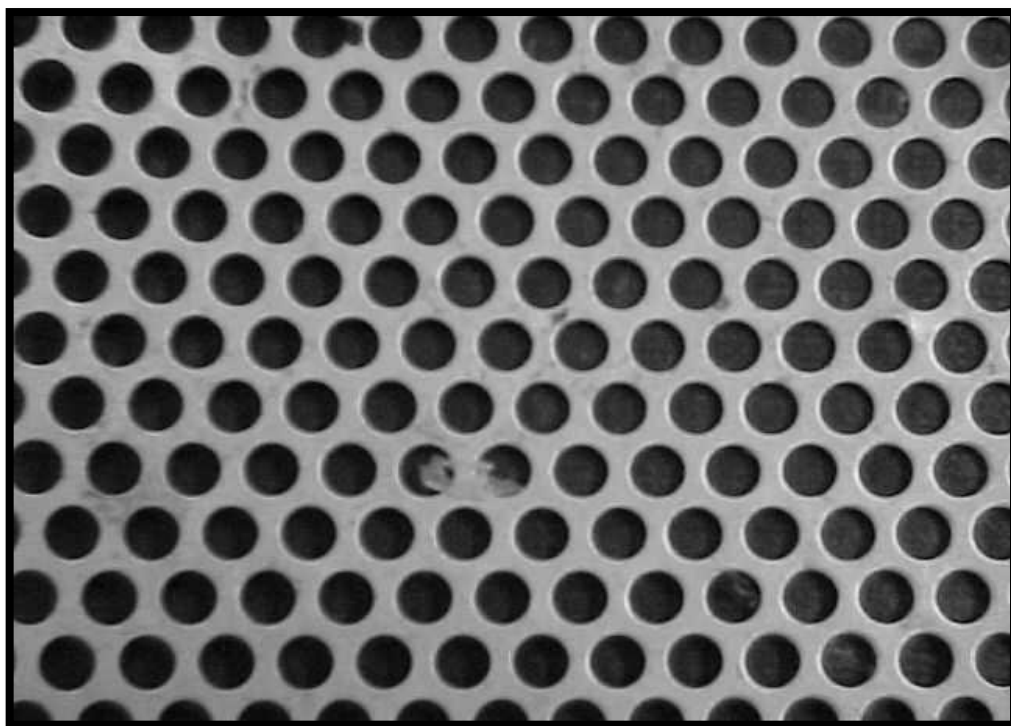


II Bases para separação

A retirada das impurezas contidas em um lote de sementes é feita a partir da combinação de peneiras que fazem a separação do material por tamanho (largura, espessura e comprimento). Existem também equipamentos que fazem a separação por densidade e cor, como a Coluna de Ar e a Color Sorter respectivamente.

- Largura: Quando o comprimento e a espessura são iguais, as sementes podem ser separadas nas peneiras redondas (Figura 7) ou quadradas. Cada peneira é identificada por um número ou conjunto de números que indicam a forma e o tamanho das perfurações (SILVA, PARIZZI & SOBRINHO, 2000).

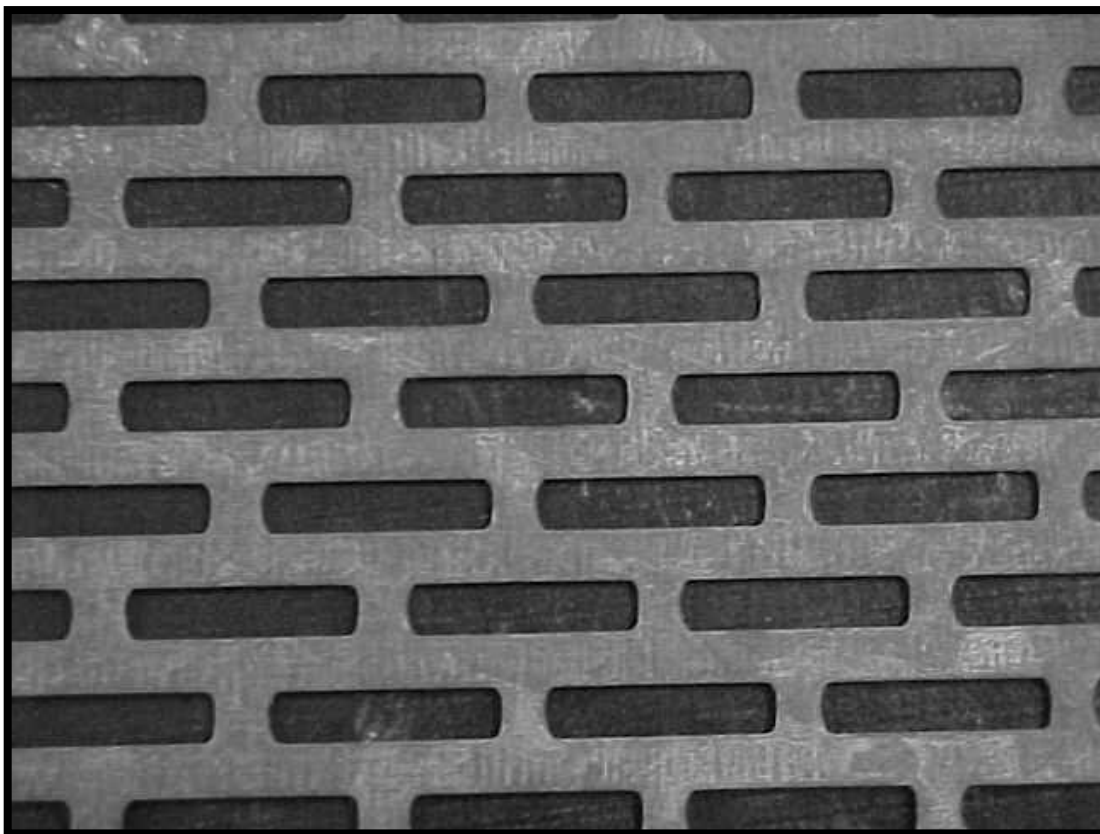
FIGURA 7 – Peneira de crivo circular



Fonte: Silva, Parizzi & Sobrinho (2000).

- Espessura
Sementes ou impurezas que têm o mesmo comprimento e largura, diferindo apenas quanto à espessura, podem ser separadas nas peneiras oblongas ou retangulares (Figura 8).

FIGURA 8 – Peneira de crivo retangular

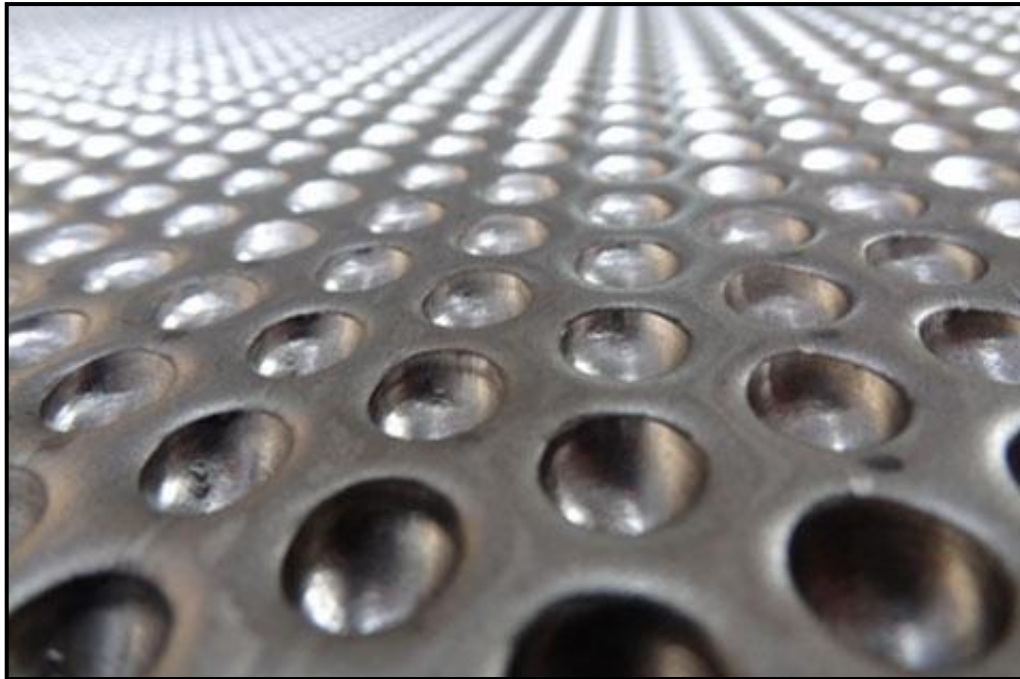


Fonte: Silva, Parizzi & Sobrinho (2000).

- Comprimento

Sementes que possuem a mesma largura e espessura são separadas pelo comprimento. A separação por comprimento pode ser realizada por discos alveolados ou cilindro alveolado (Trieur), conforme Figura 9.

FIGURA 9 – Alvéolos do Trieur



Fonte: <<http://www.fcarlschroeter.de/en/news/news/fcarl-schroeter-liefert-trieurzylinder-nach-suedamerika/>>.

- Densidade

Muitas sementes diferem entre si, bem como das impurezas, pelo seu peso, peso ou densidade. Entre as sementes, tais diferenças são observadas nas que sofreram ataques de insetos ou microrganismos, as deterioradas, as chochas, as imaturas, as malformadas, em relação às normais, não apresentam diferenças, principalmente, quanto ao tamanho e à forma (PREVIERO, 2001). Essas são submetidas a um jato de ar e, durante a passagem pela Coluna de Ar, o componente de baixa densidade será carregado pelo fluxo, enquanto a semente boa será recolhida em outro canal.

- Cor

Color Sorter é um equipamento de separação de sementes danificadas através de imagens de alta definição e filtros de cores. Esses são capazes de separar as sementes eventualmente atacadas por fungos e/ou insetos, danificadas, ardidas e descartes não desejados e descartá-los por meio de um jato de ar comprimido, selecionando apenas as sementes de alta qualidade.

Testes de qualidade

Uma plataforma de controle de qualidade é constituída por uma série de procedimentos e ações que identificam e mantêm as características desejadas e que garantem padrões às sementes, assegurando que apenas aquelas de origem e qualidade conhecidas sejam comercializadas, atendendo às expectativas dos produtores agrícolas, potenciais consumidores (VAN DER LAN, 1998).

Baudet & Peske (2004) relatam que o controle de qualidade diz respeito a todas as fases de produção, envolvendo as etapas de pré-semeadura e pré-colheita, colheita, recepção, secagem, beneficiamento, armazenamento e comercialização. Abrangendo, assim, o desenvolvimento de todo o processo de produção e tecnologia de sementes, auxiliando no monitoramento da qualidade da semente em todas as fases de produção, considerando a importância na obtenção das amostras representativas retiradas dos lotes antes e depois de todas as operações.

Perdas

Após a colheita, a carga de espiga apresenta materiais indesejáveis em quantidades consideráveis. Estes precisam ser eliminados, pois prejudicam o fluxo das sementes nas máquinas, bem como favorecem a formação de um ambiente propício ao desenvolvimento de insetos e micro-organismos, comprometendo, por conseguinte, o armazenamento destas (SILVA & SOARES, 2003). Em se tratando de colheita e beneficiamento, parece impossível realizá-las sem que haja perdas de sementes.

Além das perdas durante os processos de separação e limpeza, existem aquelas que ocorrem na passagem da massa de sementes pelas estruturas, como transportadores, esteiras, elevadores, entre outras.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado em uma Usina de Beneficiamento de Sementes em Santa Helena de Goiás (GO), de agosto a dezembro de 2012.

Para a realização deste trabalho, inicialmente se procurou conhecer a rotina e os processos envolvidos no processamento em pós-colheita de milho da unidade de beneficiamento em estudo.

As espigas, oriundas do campo, chegam empalhadas e em carretas. Geralmente o tempo de transporte varia entre 18 e 24 horas e a carga colhida deve chegar à usina abaixo dos 35% de umidade.

Em seguida, as espigas seguem para a despalha mecânica. Nesta, são utilizadas duas linhas de despalhadeiras, a primeira composta por rolos importados e a segunda composta por rolos mistos (nacionais e importados). Cada linha é composta por seis máquinas, sendo três delas pequenas (oito rolos) e três grandes (12 rolos), sendo que a única diferença é que as despalhadeiras com mais rolos suportam mais material em detrimento das despalhadeiras menores. A diferença entre os rolos consiste basicamente no tipo de borracha usada em cada. O importado é feito por um material mais duro; já o nacional é feito por uma borracha mais maleável. Assim, normalmente, híbridos menos resistentes são encaminhados na linha 2 e os mais resistentes, na linha 1. Dessa forma, a escolha do material que passará pelas linhas dependerá de alguns fatores intrínsecos a cada híbrido, como, por exemplo, a facilidade ou não da despalha, a facilidade ou não de debulha dos grãos ainda na despalhadeira, resistência do material aos rolos, forma da espiga, entre outros, que são de conhecimento dos operadores os quais, por sua vez, escolhem qual híbrido adapta-se melhor a uma das duas linhas.

Durante o funcionamento das linhas de despalha, foi coletada uma amostra que serviu para determinar a quantidade de perda durante esta fase do processo.

Em seguida as espigas seguiram para a mesa de seleção na qual existe um mostruário indicando os tipos de materiais que podem ser encontrados, sendo eles o material padrão, material para descarte (espigas ardidas ou podres, espigas carunchadas, espigas de tiguera, milho macho e espigas de cor de sabugo diferente). Nesta fase também foi feita a determinação do percentual de descarte de espigas padrão, ou seja, as espigas boas que foram descartadas erroneamente pelos funcionários da mesa.

Feita a seleção, as espigas foram encaminhadas através do transportador e distribuídas nos secadores. De acordo com Silva (1995) nos secadores, o ar é utilizado como meio de

transporte de calor e massa, no qual o ar cede uma quantidade de calor para o produto, e absorve uma quantidade de massa de água na forma de vapor. Os secadores são do tipo Duplo-Passe, possuem dois túneis principais para controle do fluxo de ar (fluxos ascendente e descendente), o qual aproveita o ar de secagem em 2º ciclo para gerar a secagem em 1º ciclo com controle de pressão, onde a pressão do túnel inferior corresponde ao percentual de 50% a 60% da pressão do túnel superior. O 1º ciclo, primeira etapa da secagem, seca a massa de espigas (temperatura entre 38°C e 40,5°C) por meio do ar aquecido que passa em fluxo de baixo para cima; então, no 2º ciclo, etapa final da secagem, o ar aquecido passa em fluxo de cima para baixo. É um secador de camada fixa, visto que o ar passa pelas espigas e estas ficam paradas. Nestes, o material é alocado de acordo com a umidade com que ele chegou à carreta, conforme a Tabela 2.

TABELA 2 – Relação entre umidade e altura de camada nos secadores.

Umidade inicial da semente	Altura da camada dentro do secador
Menor ou igual a 30%	Até 3,0 m
31 a 35%	Até 2,5 m
Acima 35%*	Até 2,0 m

* Umidade acima do recomendado

Ao fim da secagem (de 72 a 90 horas), as espigas secas, com umidade de 12,5%, foram debulhadas. Em seguida, passaram pela pré-limpeza em um jogo de peneiras para separar o material em três grupos: impurezas maiores que os grãos, os grãos e, por último, impurezas menores que os grãos. Por isso, a conformação da montagem das peneiras segue a numeração apresentada na Tabela 3.

TABELA 3 – Sequência de peneiras utilizadas na debulha

Peneira	Função	Destino
28/64 27/64 26/64	Retirar os pedaços de sabugo e impurezas maiores	Lixo
16/64	Reter a fração semente	Beneficiamento
Fundo	Reter as impurezas menores	Descarte de processo

Após a debulha dos grãos, as sementes seguem para armazenamento temporário nos silos passando por um tratamento contra pragas de armazenamento, pois nessa fase, de acordo com Puzzi (1977) infestações são detectadas devido a insetos presentes na massa de grãos, por grande quantidade de pó e outras características apresentadas pelo ataque intensivo dos mesmos.

As etapas seguintes são constituídas pela separação e classificação das sementes, tratamento e, por fim, ensaque.

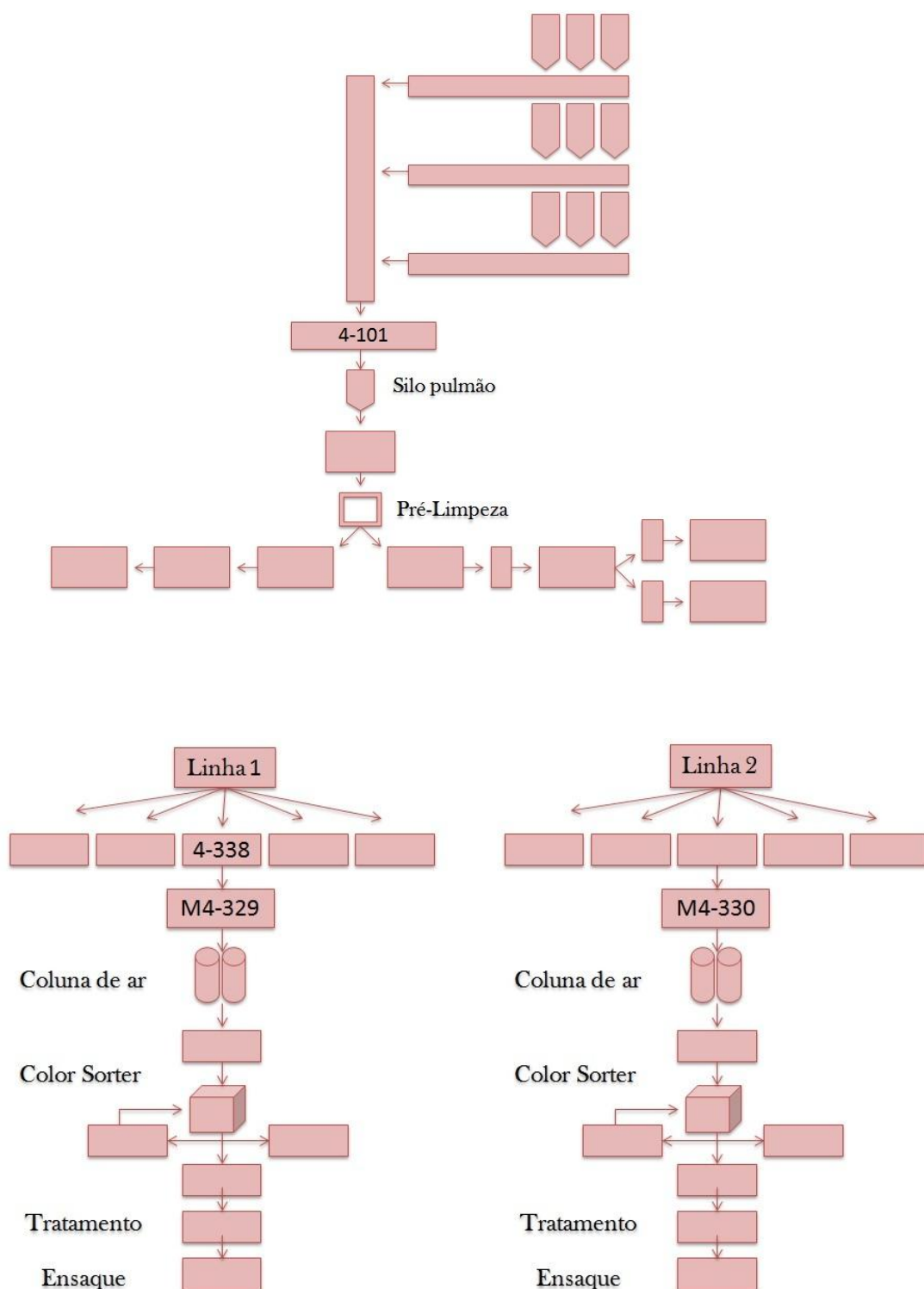
Durante a classificação, a massa de sementes passa por diversas conformações de peneiras para que sejam agrupadas em caixas de acordo com tamanho, densidade e cor. Essa divisão garante ao produtor que os discos utilizados na plantadora funcionarão de maneira adequada, evitando falhas ou sementes duplas no plantio. A massa de sementes que estava armazenada nos silos passa por transportadores e elevadores até alcançar, no último andar, o silo pulmão, o qual possui capacidade de armazenar 10 toneladas. Através deste, as sementes seguem um fluxo decrescente pela torre, passando pelas peneiras e trieurs. Na planta de Santa Helena existem duas linhas de processamento dentro da torre a partir da classificação.

O próximo estágio é o tratamento, no qual as sementes são tratadas para diversas finalidades, variando de acordo com a região, híbrido, entre outros fatores. Normalmente são adicionados inseticidas e fungicidas.

Por último, têm-se o ensaque do material e o armazenamento para distribuição.

As avaliações das perdas foram feitas nos transportadores e elevadores conforme Figura 10. O transportador 4-101 transporta as sementes secas armazenadas nos silos para o silo pulmão da torre, onde estas passarão pela pré-limpeza da torre e posterior classificação por tamanho. Os elevadores M4-329 e M4-330 têm a mesma função, embora em linhas diferentes, de transportar as sementes classificadas que estão nas caixas para a classificação por densidade e cor na Coluna de Ar e Color Sorter.

FIGURA 10 – Fluxograma do processamento de milho na UBS (transportador 4-101 e elevadores M4-329 e M4-330)



As avaliações foram feitas no período de uma hora em cada local, com três repetições. Foram avaliados o fluxo de sementes em toneladas por hora e as perdas em cada local em quilogramas por hora.

Foram realizadas três medições nos equipamentos com maior perda de material. Primeiramente, avaliou-se a vazão de sementes durante um minuto e, com a quantidade obtida, extrapolou-se o valor para uma hora. Dessa forma, obteve-se a vazão por hora de milho que passa pelo equipamento.

Em seguida, foi feita análise de perda quantitativa de material. A área foi totalmente limpa e, durante uma hora de funcionamento dos equipamentos, as sementes desperdiçadas caíram embaixo destes. Sendo assim, após o tempo estipulado, o material que estava no chão foi recolhido e pesado.

Foram propostas melhorias para minimizar as perdas nos transportadores e elevadores.

Para avaliar a eficácia das melhorias realizadas foram feitas novas medidas após terem sido executados os consertos propostos.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos primeiros dias da realização do estudo, foram analisados todos os equipamentos pelos quais o milho recebido das lavouras passa até ser comercializado como semente. Dentre as máquinas observadas, selecionaram-se três que apresentavam maior perda quantitativa de material e, a partir de então, foram calculadas as perdas e, posteriormente, foram realizadas manutenções a fim de reduzir o desperdício.

Foram identificados três pontos principais de perdas no processo: transportador e elevadores.

- Transportador 4-101

Realiza o transporte do material proveniente dos silos com destino à classificação. Na seleção dos transportadores devem-se levar em consideração, basicamente, a minimização do dano mecânico e a impossibilidade de ocorrer mistura mecânica (facilidade de limpeza), além da capacidade de alimentação adequada à capacidade das demais máquinas de beneficiamento.

- Elevadores M4-329 e M4-330

São mecanismos destinados ao carregamento de carga a granel em percursos verticais, inclinados ou na horizontal, consistindo em um par de corrente sem fim ou correia no qual são fixadas as canecas, rigidamente ou com liberdade de rotação.

As perdas medidas antes de realizar as melhorias nos diferentes pontos podem ser vistas na Tabela 4 que relaciona as máquinas com as respectivas perdas. Nas figuras 11, 12 e 13 é mostrado a quantidade de material concentrada embaixo dos equipamentos.

TABELA 4 – Relação entre as perdas e as máquinas avaliadas

TAG	Equipamento	Vazão (kg.h ⁻¹)	Perda pré- melhoria (kg.h ⁻¹)	% perda
M4-101	Transportador	15.200	15,81	0,104
M4-338 e M4-329	Transportador / Elevador	10.200	2,05	0,020
M3-330	Elevador	10.200	4,50	0,044

FIGURA 11 – Perda de sementes no transportador 4-101 pré-melhoria



FIGURA 12 – Perda de sementes no elevador M4-329 pré-melhoria



FIGURA 13 – Perda de sementes no elevador M4-330 pré-melhoria



O fluxo de grãos no transportador M4-101 foi de 15,2 toneladas por hora. Nos elevadores M4-329 e M4-330 o fluxo foi de 10,2 toneladas por hora.

Com relação à perda no TAG M4-329, constatou-se que era proveniente exclusivamente do transportador M4-338. Este é um transportador que abastece o elevador M4-329, fazendo a ligação entre as caixas de sementes e o elevador.

Após as medições de sementes perdidas, foram realizadas manutenções. No transportador 4-101 foi feito um reparo na esteira, pois a mesma apresentava um furo, o qual acarretava a passagem de sementes e o consequente desperdício. No elevador M4-329, foi realizado o alinhamento da esteira do transportador que o abastece. No elevador M4-330, as canecas foram desmontadas e remontadas, pois algumas haviam se deslocado com o peso das sementes ao longo dos meses. As Figuras 14, 15 e 16 mostram as manutenções sendo realizadas nos diferentes equipamentos.

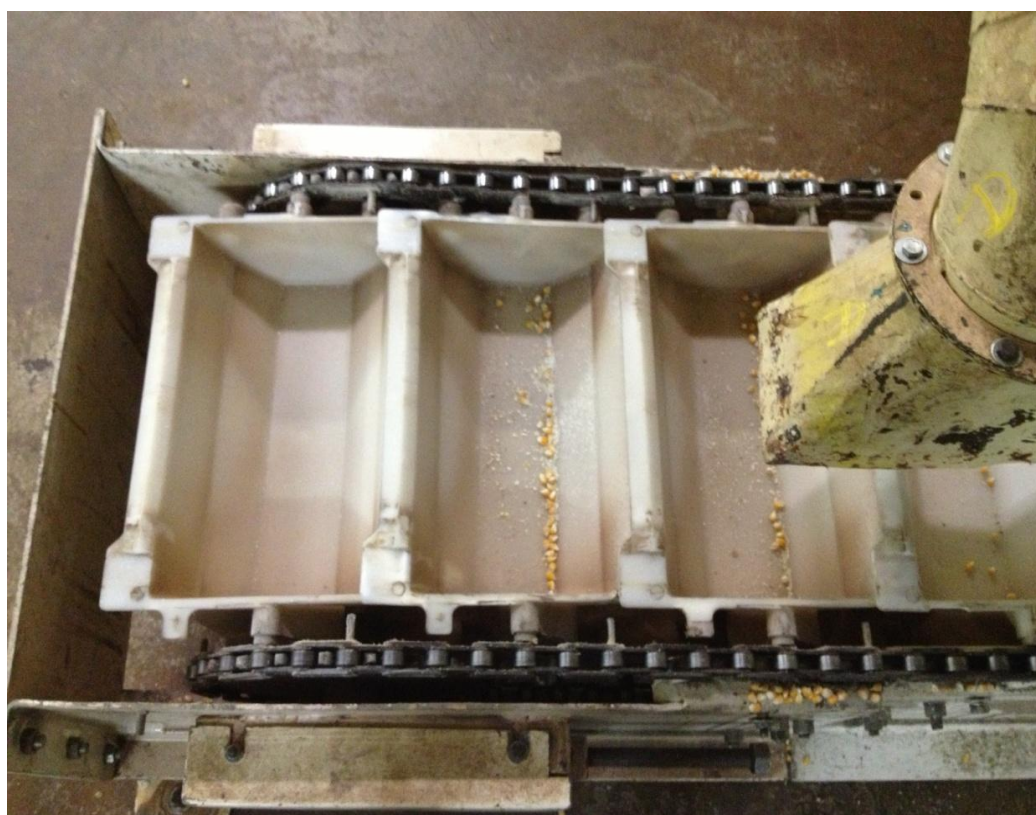
FIGURA 14 – Manutenção sendo realizada na esteira do transportador 101



FIGURA 15 – Manutenção realizada no transportador que abastece o elevador M4-329



FIGURA 16 – Manutenção realizada nas correias do elevador M4-330



As melhorias propostas **Vazão (kg.h^{-1})** para minimizar as perdas resultaram na redução de $15,808 \text{ kg.h}^{-1}$ no transportador 4-101, de $1,687 \text{ kg.h}^{-1}$ no elevador M4-329 e $2,3 \text{ kg.h}^{-1}$ no elevador M4-330, conforme pode ser visto na Tabela 5.

TABELA 5 – Perdas nos equipamentos estudados após a realização das manutenções

TAG	Equipamento	Vazão (kg.h^{-1})	Perda pré- melhoria (kg.h^{-1})	% perda	Vazão (kg.h^{-1})	Perda pós- melhoria (kg.h^{-1})	% perda
M4-101	Transportador	15.200,000	15,810	0,104	14.840,000	0,002	0,000
M4-338 e M4-329	Transportador / Elevador	10.200,000	2,050	0,020	10.200,000	0,363	0,004
M3-330	Elevador	10.200,000	4,500	0,044	10.200,000	2,200	0,022

Ademais, as melhoras realizadas reduziram o desperdício no transportador 4-101 de 0,104% para 0,002%; no elevador M4-329 as perdas partiram de 0,020% para 0,004%; e no elevador M4-330, houve uma diferença de 50% a menos de perda.

No que tange o produto acabado, na pré-melhoria a perda total de sacarias em duas safras era de 2.068 e, ao final, 191 sacos são perdidos. Para esse cálculo, foi utilizado como base a produção em um ano fiscal (ano considerado pela empresa, que abrange safra de verão 2012 e inverno 2012). A perda total nesse período de material seco e debulhado foi de 37.225 Kg. Considerando que o saco de 60 mil sementes tenha 18 Kg, temos uma perda de 2.068 sacos. Com as manutenções realizadas, a perda de material seria 3.440, gerando uma nova perda de 191 sacos.

A perda total em dinheiro antes das melhorias era de R\$250.236. Após as manutenções, houve um decréscimo e a perda seria de R\$23.121. Levando em consideração os indicadores mencionados acima, tem-se, então, uma redução em 89% de perdas no processo relacionadas aos três equipamentos estudados.

As melhorias feitas são de baixo custo e foram executadas pelo pessoal de manutenção da empresa com materiais do próprio almoxarifado.

6 CONCLUSÕES

O total de perdas de sementes de milho em todo o processo de beneficiamento antes das melhorias foi de 22,36 kg.h⁻¹.

A perda no transportador número 4-101 foi de 15,81 kg.h⁻¹, no M4-329 2,05 kg.h⁻¹ e no M4-330 4,50 kg.h⁻¹.

O conserto da esteira do transportador número 101 reduziu as perdas em 15,808 kg.h⁻¹, o alinhamento do transportador M4-329 reduziu as perdas em 1,687 kg.h⁻¹ e a manutenção das canecas do elevador M4-330 reduziu as perdas em 2,3 kg.h⁻¹.

As melhorias realizadas foram eficazes por reduzirem a perda total em 89%.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAUDET, L.; PESKE, S. Controle interno de qualidade – Módulo 9. In: CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SEMENTES POR TUTORIA À DISTÂNCIA, 2004, Brasília, DF. **Palestras...** Abeas, 2004. 51 p.

BRIEGER, F. G. et al. Races of maize in Brazil and other eastern South American countries. **Publication 593**, Washington, D.C.: National Academy of Sciences – National Research Council, 1958. 283 p.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 3. ed. Campinas: Fundação Cargil, 1979. 424 p.

DUARTE, J. de O. **Introdução e importância econômica do milho**. Versão eletrônica. Embrapa Milho e Sorgo. s.d. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho/importancia.htm>>. Acesso em: 30 set. 2012.

DUARTE, J de O.; GARCIA, J. C.; MIRANDA, R. A. de. **Mercado e comercialização**. Versão eletrônica. Embrapa Milho e Sorgo, 2011. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho_7ed/mercado.htm>. Acesso em: 30 set. 2012.

_____. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000b. 360 p.

FESSEL, S. A. et al. Avaliação da qualidade física, fisiológica e sanitária de sementes de milho durante o beneficiamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 25, n. 2, p. 70-76, 2003.

KRAMER, P. J.; BOYER, J. S. **Water relations of plants and soils**. San Diego: Academic Press, 1995. 495 p.

MAGALHÃES, P. C. **Fisiologia do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2002. 65 p. (Circular Técnica, n. 22).

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M. **Fisiologia da produção de milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. 2006. 10 p. (Circular Técnica, n. 76).

PAES, M. C. D. **Aspectos físicos, químicos e tecnológicos do grão de milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 6 p. (Circular Técnica, n. 75).

PESKE, S. T. **Beneficiamento de sementes**. In: CURSO DE APERFEIÇOAMENTO POR TUTORIA À DISTÂNCIA, 1986, Brasília, DF. **Palestras...** Brasília: Abeas, 1986. 40 p.

PESKE, S. T; LEVIEN, A. **Demanda de sementes**. Brasília: Abrasem, 2005. p. 10-17.

PREVIERO, C. A. **Modelo de gestão da qualidade para usinas de beneficiamento de sementes de milho**. Campinas, SP, 2001. 220 p. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola, 2001.

PUZZI, D. Manual de armazenamento de grãos. 1977. In: FARIAS, P. M. de. **Métodos de detecção de insetos-praga em grãos armazenados**. 2010. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2010_1/PragasGraos/index.htm>. Acesso em: 15 nov. 2012.

SANS, L. M. A.; SANTANA, D. P. **Cultivo de milho**: clima e solo. Versão eletrônica. Embrapa Milho e Sorgo, 2006. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho_2ed/climaesolo.htm>. Acesso em: 25 set. 2012.

SILVA, J. de S. **Pré-processamento de produtos agrícolas**. Juiz de Fora, MG: Instituto Maria, 1995. 509 p.

SILVA, J. G. da; SOARES, D. M. **Abanadoras de sementes para pequenas lavouras**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. 4 p. (Circular Técnica, n. 59).

SILVA, J. de S.; PARIZZI, F. C.; SOBRINHO, J. C. **Secagem e armazenagem de produtos agrícolas**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2000. 502 p.

STEWART, D. W. et al. Canopy structure, light interception and photosynthesis in maize. **Agronomy Journal**, v. 95, p. 1465-1474, 2003.

TILLMAN, C. A. da C. **Modelo de sistema integrado de gestão da qualidade para implantação nas unidades de beneficiamento de sementes**. Pelotas, RS, 2006. 135 f. Tese (Doutorado) – Ciência e Tecnologia de Sementes, Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, 2006.

VAN DER LAN, L. F. G. **Elementos para planejamento de unidades de beneficiamento de sementes**. 1998. 203 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1998.

VAUGHAN, C. E.; GREGG, B. R.; DELOUCHE, J. C. **Beneficiamento e manuseio de sementes**. Brasília: AGIPLAN, 1980. 195 p.

WELCH, G. B. **Beneficiamento de sementes no Brasil**. 2. ed. Brasília: AGIPLAN, 1973. 205 p.

ZARILLO, S. et al. **Directly dated starch residues document early formative maize (*Zea mays* L.) in tropical Ecuador**. PNAS, 2008. v. 105, p. 5006-5011. Disponível em: <<http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0800894105>>. Acesso em: 14 set. 2012.

ANEXO

ANEXO A – Imagem aérea da planta de beneficiamento de sementes da Monsanto em Santa Helena de Goiás

